

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—144563

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>

H 02 K 15/12

// H 02 K 3/34

識別記号

庁内整理番号

7052—5H

7733—5H

⑬ 公開 昭和58年(1983) 8月27日

発明の数 1

審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ コイル導体の製造方法

番 2 号三菱電機株式会社神戸製作所内

⑮ 特 願 昭57—29516

⑯ 出 願 人 三菱電機株式会社

⑰ 出 願 昭57(1982) 2月22日

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2

⑱ 発 明 者 五島浩一

番 3 号

神戸市兵庫区和田崎町 1 丁目 1

⑲ 代 理 人 弁理士 葛野信一 外 1 名

明 細 書

1. 発明の名称

コイル導体の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) シート状絶縁層及び繊維状基材が各々巻装され、全体に熱硬化性樹脂が処理されてなる絶縁素線を転位して組合わせ、上記転位された部分に形成される空隙に多孔質絶縁材を配し、加熱成形して所定の形状に仕上げることを特徴とするコイル導体の製造方法。

(2) 絶縁素線に用いる熱硬化性樹脂として、素線とシート状絶縁層には硬化され、かつ可とう性を有する樹脂系を用いさらに繊維状基材の周辺には半硬化状に仕上げられている樹脂系を用いることを特徴とする特許請求の範囲第 1 項記載のコイル導体の製造方法。

(3) 多孔質絶縁材は熱硬化性樹脂処理してなることを特徴とする特許請求の範囲第 1 項記載のコイル導体の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

この発明は、例えばタービン発電機、水車発電機などの高電圧の回転電機に用いられるコイル導体の製造方法に関するものである。

通常、高電圧回転電機用のコイル導体は、うず電流を防止するために多数本の小導体素線を組合わせて作られているが、特に高電圧大容量機ではスロット漏れ磁束の不同による内部循環電流をなくするため、一般には第 1 図に斜視図で示すようにレーベル転位なる方法がなされている。図中 (1) は絶縁素線、(1a) は転位部絶縁素線である。

この転位により導体外周、特に転位部絶縁素線 (1a) 付近には大きな凹凸が生じる。また、各絶縁素線 (1)、(1a) を組合わせただけでは変形しやすくマイカテープの巻回に支障をきたすので、種々の方法によつて素線間を結合すると共に、凹凸部、特に凹部を絶縁物で充填することが行われている。第 2 図は第 1 図の I—I 線に相当する位置での断面図であり、主絶縁処理を完了した状態を示す。図中 (2) は絶縁素線 (1) 間のレーションを防止するための列間絶縁材、(3) は転位部絶縁素線 (1a) と

絶縁素線(1)とのレーショートを防止するための補助絶縁層、(4)は転位による凹凸を平滑にするために施された充填絶縁層、(5)はマイカ絶縁層、(6)は保護絶縁層である。

各絶縁素線(1)、(1a)を組合わせ、マイカあるいはガラス繊維を基材とする絶縁材(2)、(3)及び充填絶縁層(4)が施され、熱硬化性樹脂で全体を加熱成形してコイル導体を得、さらに外周に薄葉絶縁材料、例へばがレマイカテープや集成マイカテープを所要回数巻装し、ガラステープやポリエステルテープなどの保護テープを巻く。しかる後熱硬化性樹脂、例へばエポキシ樹脂や不飽和ポリエステル樹脂などで真空加圧含浸し、加熱加圧成形してマイカ絶縁層(5)、保護絶縁層(6)を形成して絶縁コイルを得るという方法が採られていた。

第3図は最も多用されている絶縁素線(1)の詳細を示す。図中、(7)は導体で通常は平角銅線であり、(8)及び(9)はガラス繊維やポリエステル繊維などの多孔質絶縁材を異角度で巻回した絶縁被覆で、全体は熱硬化性樹脂にて硬化処理されている。

(3)

絶縁素線(1)間への列間絶縁材(2)の挿入作業、あるいは素線結合のためのワニス塗布作業等作業が非常に煩雑であるという欠点があつた。

この発明は上記のような従来のものの欠点を除去するためになされたもので、シート状絶縁層および繊維状基材が各々巻装され、全体に熱硬化性樹脂が処理されてなる絶縁素線を転位して組合わせ、この転位された部分に形成される空隙に多孔質絶縁材を配し、加熱成形して所定の形状に仕上げることにによりコイル導体の製造時における煩雑な作業を一切排除し、特に耐コロナ性に優れるという極めて画期的なコイル導体の製造方法を提供することを目的としたものである。

すなわち、この発明は転位部の凹凸の大きい部分は強制的に多孔性層となるように仕上げ、かつ高強度絶縁素線の採用により煩雑な作業を排除し、しかも素線間の結合は半硬化状に仕上げられた絶縁素線の熱硬化性樹脂の高い接着作用により一体化構造となるようにしたもので、必要最小限の材料を使用してコイル導体を製造することの特徴が

(5)

従来のコイル導体の製造方法では、各絶縁素線(1)間や転位部絶縁素線(1a)下の結合は絶縁材(2)、(3)に熱硬化性樹脂処理を施しブリブ状に仕上げたもの、あるいはワニス類で行ない、レーベル転位による凹部の充填は、熱硬化性樹脂に無機質粉末を含むコンパウンド類やポリエステルマツト、ガラスマツトなどの多孔質絶縁材に熱硬化性樹脂を多量に含浸処理した材料が用いられ、それぞれ加熱成形して所定の形状をなすコイル導体を得ていた。

このようにして形成されたコイル導体部の充填絶縁層(4)は、加熱成形時に多量のガスを包み込み、内部に空隙を残す絶縁層となつていた。この結果、対地絶縁層として施したマイカ絶縁層(6)が完全に仕上つていても、コイル導体部分に空隙が残つていれば、絶縁コイルとして実使用下においてはコロナの発生を伴い、最終的には絶縁性能の低下を招くという欠点があつた。

また、コイル導体の製作上においても、転位部絶縁素線(1a)下への補助絶縁材(3)の挿入作業や素

(4)

ある。

以下、実施例に基づいてこの発明の詳細を説明する。第4図はこの発明の一実施例により得たコイル導体を用いた絶縁コイルの断面図であり、第1図のI—I線に沿う断面に相当する図である。また第5図はこの発明に用いる絶縁素線(1)の拡大断面図である。各図中、(4)は転位部の充填絶縁層で多孔性硬質絶縁層であり、(4)は硬化され、しかも可撓性を示す熱硬化性樹脂層、(4)は十分に密な性状を示すシート状絶縁層、(4)は繊維状基材に熱硬化性樹脂を処置して半硬化状に仕上げられているブリブ状絶縁層である。かかる構成の絶縁素線(1)、(1a)は第1図のようにレーベル転位した形状に組合わされる。次に転位部上にはコイル導体部の幅の仕上げ寸法と同じ寸法に切断した多孔性ブリブ状絶縁材(4)を重ね、加熱成形して所定の形状をなすコイル導体を得られる。

この発明の作用、効果についてさらに詳しく説明する。通常の絶縁素線は、転位、組合わせ操作により絶縁被覆が損傷され易く、そのため従来か

(6)

ら絶縁素線間のレーショートを防止するため絶縁材(2)、(3)が用いられているが、この発明の絶縁素線(4)では加工による絶縁被覆の損傷を防止するため、導体側に耐電圧性にすぐれ、しかも高強度のシート状絶縁層(3)を設け、絶縁素線の加工時には導体の変形にもシート状絶縁層(3)が接層、一体化したまま変形に追従するよう可撓性、弾性を示す熱硬化性樹脂層(2)を配している。さらにシート状絶縁層(3)の上にはガラス繊維やポリエステル繊維から成る繊維基材の巻装と共に熱硬化性樹脂を含浸処理して半硬化状に仕上げたプリプレグ絶縁層(4)により加工時の被覆損傷防止作用及び加熱成形時の各絶縁素線間との接層結合作用を持ち、不必要な材料の排除と、作業性の向上とを可能ならしめたものである。

上記シート状絶縁層(3)下の熱硬化性樹脂層(2)としては通常知られているポリエステルエポキシ、シリコン、エステルイミド、ポリウレタン等の熱硬化性樹脂の単独及び組合わせたもので、いずれも硬化後の性状が可撓性及び弾性を示す樹脂系が

(7)

量部に対し50~400重量部好ましくは150~250重量部がよい。

通常、絶縁素線(4)の製造は熱硬化性樹脂(2)の成分を常温又は低温で加熱硬化する樹脂系に選定し、プリプレグ絶縁層(4)に含有される熱硬化性樹脂を乾燥させるだけで半硬化状に仕上げるようにするのが好ましい。絶縁被覆(2),(3),(4)の厚さとしては0.1~0.25mmに仕上げられる。

多孔性充填絶縁層(4)とは通常知られているポリエステル不織布フェルトやガラス繊維フェルトのごとき極めて多孔性の大きい材料に、前述に例示した熱硬化性樹脂を基材100重量部に対し30重量部以下に配合する。すなわち熱硬化性樹脂を全く含有しない場合でも、絶縁素線(4)からの樹脂成分のみで接層される場合もあり、樹脂含有の有無は使用する素線に影響されるものである。もし樹脂系の含有量が30重量部以上の場合、基材の多孔性が失われ、最終的な真空加圧含浸時に含浸レジンが十分含浸し得ず、空隙の残った絶縁層となり好ましくない。

(9)

好適に用いられる。一般的に樹脂層の厚さとしては0.1μ~10μ程度が適当である。

シート状絶縁層(3)となる基材系はポリエステルポリアミド、ポリイミド、エステルイミド等からなるフィルム材及び芳香族ポリアミド紙の単体あるいは芳香族ポリアミドに高分子フィブリッドを1~10%程度混入し、ち密になるよう圧縮成形された絶縁材が好適で、通常3~50μの厚さのものがシート状として用いられる場合や、テープ状のものを巻回して使用される場合がある。

プリプレグ絶縁層(4)を形成する繊維は単繊維として0.1~10μのものが用いられ、前記したような公知の熱硬化性樹脂が半硬化状に処理されている。熱硬化性樹脂としては高い耐熱性、接層強度を持つエポキシ樹脂が特に好適であり、絶縁素線としての加工性、保管寿命をも満足する樹脂系となるよう高分子化されたビスフェノールA-エピクロルヒドリン縮合物とエポキシ樹脂との混合組成物が好ましい。使用する樹脂量としては、接層結合に際しより効果を發揮させるよう繊維基材100重

(8)

次に実用例について簡単に説明する。

第5図に示す構成の絶縁素線(4)を得た。すなわち2.0×6.5mmの平角銅線上にシート状絶縁層(3)として高分子フィブリッドを含む芳香族ポリアミド紙(日本アロマ社製品、厚さ12.5μ)を、またプリプレグ絶縁層(4)中の繊維基材としてガラス繊維(旭ファイバー社製品、厚さ50μ)を配し、熱硬化性樹脂としてエポキシ樹脂を各々熱硬化性樹脂層(2)中には可撓性成分を配合し、プリプレグ絶縁層(4)中には可撓性成分を排してビスフェノールA-エピクロルヒドリン縮合物を配合してなる絶縁素線(4)2.3×6.8mmを用い、レーベル転位を行つて組合わせ第1図の形状に仕上げた。その後、転位部上に多孔性硬質絶縁層(4)としてポリエステルフェルトプリプレグ(有沢製作所製品、商品名HP-35EPP、樹脂含有量20%)を1枚重ね、5kg/cm<sup>2</sup>の圧力下、150℃にて40分間加熱成形して、48.5×12.7mmの断面を有するコイル導体を得た。

比較例として、第3図に示す2重ガラス巻平角銅線(大日本電線株式会社製品)の2.3×6.8mmの絶縁

00

素線を使用し、0.25mmのはがレマイカの積層板を絶縁材として第2図の(2)、(3)位置に挿入し、転位部上にエポキシ樹脂とシリカ粉末とから成るコンパウンドを配し、上記実施例と同一条件で成形して49.0×13.0mmの断面を有するコイル導体を得た。

これらのコイル導体上に集成マイカテープを所要数巻回し、保護テープとしてガラスクロステープを巻回した後、エポキシ樹脂系含浸レジンを実空加圧含浸し、150℃で20Hr加熱成形して各々主絶縁層(5)の厚さ2.8mm保護絶縁層(6)の厚さが0.2mmの絶縁コイルを製作した。絶縁コイルの性能を知る目安として、 $\tan\delta$ の電圧特性を測定し5KV/mm—0.5KV/mmの条件で比較測定した結果、実施例の絶縁コイルでは0.02%比較例の絶縁コイルでは0.73%であつた。また各素線間の耐電圧値は平均値で各々2,500V、1,800Vというように、この発明による絶縁コイルの優秀性が確認された。

すなわち、この発明は絶縁コイルを製造するに際し、必要最小限の材料を使用し、作業性を向上せしめるばかりでなく、最終的な絶縁コイルの性

能を向上させ得るものである。

また、上記実施例では水車発電機、タービン発電機用絶縁コイルのようにレーベル転位を施した場合について説明したが、レーベル転位を施さない他のコイル、例へば直流機用コイル、変圧器用コイル等への適用に際しても、絶縁素線の持つすぐれた性能は発揮でき作業性の向上、品質の向上に寄与できるものである。

以上のように、この発明によればシート状絶縁層および繊維基材が各々巻装され、全体に熱硬化性樹脂が処理されてなる絶縁素線を転位して組合わせ、この転位された部分に形成される空隙に多孔質絶縁材を配し、加熱成形して所定の形状に仕上げることににより、コイル導体の製造時における煩雑な作業を一切排除し、耐コロナ性に優れるという極めて画期的なコイル導体の製造方法を提供することができ、実用上の効果は大である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はレーベル転位を施したコイル導体の一部を示す斜視図、第2図は第1図のI—I線に相

00

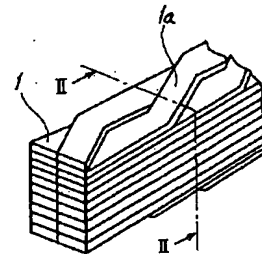
03

当する位置での従来の絶縁コイルの断面図、第3図は従来の絶縁素線の断面図、第4図は第1図のI—I線に相当する位置でのこの発明の一実施例による絶縁コイルの断面図、第5図はこの発明のコイル導体を使用する絶縁素線の断面図である。図中、00は絶縁素線、(10a)は転位部絶縁素線、01は多孔性絶縁層、02は熱硬化性樹脂層、03はシート状絶縁層である。

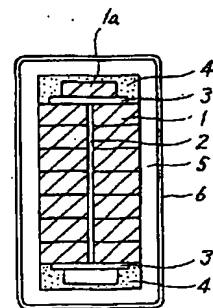
なお図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

代理人 葛野 信 一

第1図

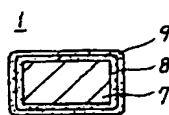


第2図

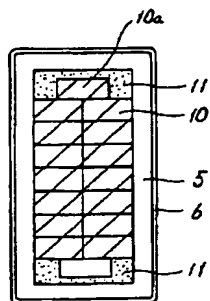


03

第 3 図



第 4 図



第 5 図

